

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-268114

(43)Date of publication of application : 22.09.1994

(51)Int.Cl.

H01L 23/373
H01L 23/28

(21)Application number : 05-052617

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 12.03.1993

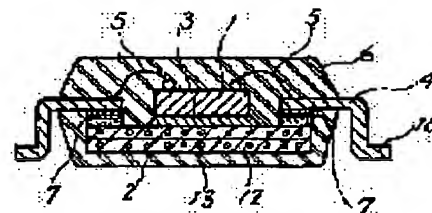
(72)Inventor : OKIKAWA SUSUMU
FUKUDA HAJIME

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain such a semiconductor device that the heat generated from its semiconductor chip can be effectively diffused and radiated and, at the same time, no deformation, stripping off, cracks, etc., are formed due to the difference in thermal expansion by constituting a heat spreader of a composite material having a coefficient of thermal expansion close to that of a sealing resin and high heat conductivity.

CONSTITUTION: In the title device in which a semiconductor chip 1 joined to a heat spreader 2 is electrically connected with inner leads 4, the heat spreader 2 is constituted of a composite material having a coefficient of thermal expansion close to that of a resin 6 and high thermal conductivity. For example, a composite material adjusted in coefficient of thermal expansion by mixing a thermal expansion suppressing material 13 in a metallic material 12 is used for the heat spreader 2. When a fibrous material is required for the material 13, a fabric manufactured by weaving carbon fibers, etc., longitudinally and transversally or inserting platy felts in a planar direction is used and, when powder is required, the powder is evenly spread in the spreader 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

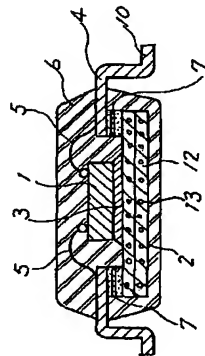
[Date of extinction of right]

(19)日本特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号
特開平6-268114
(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(5)IntCl. ¹	H 01 L 23/373	23/28	機別記号	B 8017-4M	F I	技術表示箇所
(21)出願番号	特開平5-52617					審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全8頁)
(22)出願日	平成5年(1993)3月12日					(71)出願人 00000855 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目8番3号 (72)発明者 沖川 進 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社内 (73)発明者 福田 一 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社内 (74)代理人 弁理士 田村 弘明 (外1名)

(54) 発明の名称 半導体装置

(57) [要約]
【目的】 半導体チップの熱を効果的に広げかつ放散できるとともに、製造工程、品質検査工程、回路基板への半田付け工程、さらには各回路での使用状態において、装置を構成する金属やレジンの熱膨張差による変形、割断およびクラック発生等のトラブルが生じない、高容量かつ大容量の半導体装置。
【構成】 本発明はレジンモールド型半導体装置において、レジンに近似した熱膨張係数を有し、かつ高熱伝導度を有する複合材料で、ヒートスプレッダーが構成され、該複合材料は、Al、Cu、Zn等の高熱伝導度を有する金属素材と、C、SiC、Si₃N₄等からなる粉状、繊維状あるいは多孔状の熱膨張抑制材との混合体、又は低熱膨張係数を有するFe-Ni合金とCuとの混合体からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヒートスプレッダーに接合された半導体チップとインナリードが電気的に接続されレジンで封止された半導体装置において、ヒートスプレッダーが、前記レジンに近似した熱膨張係数を有し、かつ高熱伝導度を有する複合材料で構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 ヒートスプレッダーが、高熱伝導度を有する金属素材に熱膨張抑制材を混合して熱膨張係数が調整された複合材料で構成されている請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】 金属素材がAlまたはAl系合金からなり、熱膨張抑制材が繊維状、粉状または多孔状の炭素(C)、炭化けい素(SiC)および窒化けい素(Si₃N₄)の1種または2種以上からなり、複合材料の熱伝導度が1ACSで20%以上に、かつ熱膨張係数が15×10⁻⁶/℃〜3×10⁻⁶/℃の範囲に調整されている請求項2記載の半導体装置。

【請求項4】 金属素材がCuまたはCu系合金からなり、熱膨張抑制材が繊維状、粉状または多孔状の炭素(C)、炭化けい素(SiC)および窒化けい素(Si₃N₄)の1種または2種以上からなり、複合材料の熱伝導度が1ACSで20%以上に、かつ熱膨張係数が15×10⁻⁶/℃〜3×10⁻⁶/℃の範囲に調整されている請求項3記載の半導体装置。

【請求項5】 金属素材がZnまたはZn系合金からなり、熱膨張抑制材が繊維状、粉状または多孔状の炭素(C)、炭化けい素(SiC)および窒化けい素(Si₃N₄)の1種または2種以上からなり、複合材料の熱伝導度が1ACSで20%以上に、かつ熱膨張係数が15×10⁻⁶/℃〜3×10⁻⁶/℃の範囲に調整されている請求項4記載の半導体装置。

【請求項6】 ヒートスプレッダーが、溶射被覆を有する複合材料で構成されている請求項2記載の半導体装置。

【請求項7】 ヒートスプレッダーが、低熱膨張係数を有するFe-Ni合金にCuを混合して熱伝導度が高められた複合材料で構成されている請求項1記載の半導体装置。

【請求項8】 複合材料が、重量%にて35〜37%のNiを含むFe-Ni合金に、重量%にて30〜70%のCuが混合され、該Fe-Ni合金のマトリックスに繊維状または粒状のCuが混在する組織を呈し、熱伝導度が1ACSで20%以上に、かつ熱膨張係数が15×10⁻⁶/℃〜3×10⁻⁶/℃の範囲に調整されている請求項7記載の半導体装置。

【請求項9】 ヒートスプレッダーが、溶射被覆を有する複合材料で構成されている請求項7記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マイクロプロセッサ、ASIC等を使用される高容量かつ大容量の半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の高集積化かつ大容量化に伴い、半導体チップの発熱量が増し、効果的な放熱が要求されている。従来、図12に示すように、半導体チップ1がヘッダー2a(a図)あるいはヒートスプレッダー2(b図、c図)に半田3aあるいはAgペースト3で接合され、インナリード4とボンディングワイヤ5で接続され、レジン6で封止された、レジンモールド型半導体装置が一般に使用されている。図12(b)におけるヒートスプレッダー2はレジン6に封入され、図12(c)におけるヒートスプレッダー2の下面は露出している。図12(b)および図12(c)においてインナリード4とヒートスプレッダー2とは絶縁材の両側に接合層の付いた両面接着テープ7で接合されている。10は半導体装置を回路基板に半田付けする際のアクアリードである。このような半導体装置において、ヘッダー2aおよびヒートスプレッダー2はAlやCuなどの金属からなり、半導体チップ1が受ける熱を広げて放散する作用をなし、ヒートスプレッダー2を総称してヒートスプレッダー2と称する。半導体装置は一般に、製造工程、品質検査、アッセンブリー工程において、種々の加熱冷却バタの温度サイクルを受け、また使用時においては発熱を伴う。このため各部品の熱膨張差により、半導体チップ1とヒートスプレッダー2の間、あるいはレジン6とヒートスプレッダー2の間に割断したり、ヒートスプレッダー2のコーナ部においてレジン6にクラック11が発生する等の問題が生じていた。

【0003】 このような問題の解決策として、特開平4-29360号公報には、Si半導体素子と熱膨張係数の近い42合金(42%Ni-Fe合金)をリードフレームに使用し、熱伝導性がよく、かつ熱膨張係数が42合金に近いMo、W、AlNをヒートスプレッダーに使用することが提案されている。しかし、このような材料は熱伝導度がAlやCuに比べて低いため、高容量かつ大容量の半導体装置としては問題が残る。また特開平4-25052号公報には、半導体チップおよびインナリードを熱伝導性高分子化合物からなる埋込み層に保持するとにより、樹脂封止後(本発明におけるレジン封止後)の熱ストレスを埋込み層に吸収させることが示されている。しかし、半導体チップの発する熱を放散する機能は有していないので、高容量の半導体装置には適さないものである。さらに特開平1-5043号公報には、樹脂(レジン)内部に封止したヒートスプレッダーやリードフレーム等の金属部材表面を皮膜で覆うことにより、金属部材と樹脂との熱膨張・熱収縮差を吸収さ

せることが示されている。しかし、ヒートスプレッダーとしてはA1とCu等の金属を使用することが記載されている。特開60-225435号公報に、図12(b)のような底面に露出されたヒートシンク（ヒートスプレッダー）を有する半導体装置において、ヒートスプレッダーをセリット側放熱板にネジ止めして装着する型のものの製造法が示されているが、ヒートスプレッダーの材質には言及されていない。

【0004】 本発明が解決しようとする課題は、半導体装置において、半導体チップが有する熱を効果的に広げつつ放散させることができるように、製造工程、品質検査工程、回路基板への半田付け工程において、さらに各種工程の使用状態において、部品を構成する金属やレジンの熱膨張率による変形、割傷およびクラック発生等のトラブルが生じることのない、高速かつ大容量の半導体装置を提供することを目指す。

【0005】 課題を解決するための手段は、ヒートスプレッダーに接合された半導体チップとインナリードが電気的に接続されレジンで封止された半導体装置において、ヒートスプレッダーが、前記レジンに近似した熱膨張係数有する高熱伝導度を有する複合材料で構成されていることを特徴とする半導体装置である。そして、該ヒートスプレッダーは、高熱伝導度を有する金属素材に熱膨張抑止材を混合して熱膨張係数が調整された複合材料で構成されてもよく、また低熱膨張係数を有するFe-Ni合金にCuを混合して熱伝導度が高められた複合材料で構成されてもよい。これら複合材料の熱伝導度はACSで20%以上、熱膨張係数は $15 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 〜 $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲に調整されているのが好ましい。複合材料を構成する金属素材は、AlまたはAl系合金、CuまたはCu系合金あるいはZnまたはZn系合金からなるのが望ましく、熱膨張抑止材は、繊維状、粉粒または多孔状の炭素(C)、炭化けい素(SiC)および窒化けい素(Si₃N₄)の1種または2種以上からなるのが好ましい。これらヒートスプレッダーは、レジンの6%の密着性を向上させるためAl、Al₂O₃、SiO₂等の溶射被膜が施されているのが好ましい。

【0006】 以下、本発明を図面により説明する。図1は、金属素材12に熱膨張抑止材13を混合して熱膨張係数が調整された複合材料を、ヒートスプレッダー2に採用した場合の一例を示す。熱膨張抑止材13が繊維状の場合は、炭素ファイバー等の糸を縦横に織った織物や板状のフェルトが、ヒートスプレッダー2の平面方向に押入られたものが適用される。粉状の場合は、ヒートスプレッダー2内に一様に分散されたものが適用され、多孔状の場合は、窒化けい素等の多孔体の金属素材12で埋められたものが適用される。このような複合材料は、金属素材12の熱膨張および収縮が、熱膨張抑止材

13によって抑えられるとともに、熱膨張抑止材13の混合による金属素材12の固有の熱伝導度の低下は少ない。また熱膨張抑止材13の配入によって、ヒートスプレッダー2の重量が軽減されるという効果もある。熱膨張係数および熱伝導度は、金属素材12の成分組成および熱膨張抑止材13の成分組成とその混合割合によって調整される。半導体チップ1はAgペーストでヒートスプレッダー2に接合され、絶縁材の両面に接着剤の付いた両面接着テープ7でインナリード4とヒートスプレッダー2が接合され、レジン6でモールドされている。ヒートスプレッダー2に溶射被膜が施されていると、レジン6との密着性が向上するほか、絶縁体からなる溶射被膜が施されている場合は、インナリード4との接合を阻害する接着材（図2(a)の8）で行えばよい。絶縁体からなる溶射材としては、Al₂O₃、SiO₂等のセラミックス、あるいはポリイミド樹脂等を用いることができる。

【0007】 図2は、Fe-Ni合金にCuを混合して熱伝導度が高められた複合材料を、ヒートスプレッダー2に採用した場合の1例を示す。Cuを溶融状態のFe-Ni合金に固溶限を越えて添加し凝固させると、図2(b)に示すようにFe-Ni合金のマトリックス14とCu粒子15が混在した金属組織が得られる。Cuの形態は、このほか繊維状等であってもよい。このような複合材料は、マトリックス14の熱膨張係数とCu粒子15の高熱伝導度を併せた特性を有する。熱膨張係数および熱伝導度は、Fe-Ni合金の組成およびCuの添加量によって調整される。この複合材料からなるヒートスプレッダー2も溶射被膜9が施されるのが好ましい。溶射被膜9によりレジン6とのなじみが良くなり密着性が向上するほか、絶縁体からなる溶射被膜が施されている場合は、前述のように、インナリードと接着材8で接合することができ、絶縁体からなる溶射被膜9としては、上記のようなAl₂O₃、SiO₂等のセラミックス、あるいは、ポリイミド樹脂等を用いることができる。インナリード4との接合を両面接着テープ（図1の7）で行う場合は、溶射被膜9はAl₂O₃、Cu等の金属でもよい。図3および図4は別の形の半導体装置に本発明を適用した例を示し、ヒートスプレッダーの下面は溶射被膜9はなくてもよい。

【0008】 本発明の半導体装置において、ヒートスプレッダー2に絶縁体からなる溶射被膜9があるとき、インナリード4との間の接合を、ガゼンにより行うことができ、製造が容易になる。図5は半導体装置を上から見た場合の概念図を示すものであり、ヒートスプレッダー2とインナリード4が接合点16で接合されている。その状況は図5のA-A断面拡大図である図6に示すように、ヒートスプレッダー2に設けられた突起17と、インナリード4に設けられた孔18を嵌合させ突起17の上部を扁平させてある。また接合点16にてスポット溶接によ

り接合させてもよい。接合点16の位置は、図5の例（印）の他、ヒートスプレッダー2のコーナー部4点（印）等でもよい。なお、本発明の半導体装置におけるヒートスプレッダーは各種形状のものを採用することができ、その主なものを図7に示す。図7(a)はインナリードを支持する受台19を設けたもの、図7(b)は半導体チップ1を凹部20で接合させることにより薄型化したもの、図7(c)はさらにヒートスプレッダー2の露出した下面にも溶射被膜9を施しており、電気的に絶縁された構造が要求される場合などの用途向けとしたものである。図7(b)はヒートスプレッダー2とインナリード4を両面接着テープ7で接合した例を示しているが、ヒートスプレッダー2に絶縁体からなる溶射被膜を施した場合は、単なる接着でなく、またカシメや溶接でもよい。また、ヒートスプレッダー2の溶射被膜9を位置により変えてもよい。例えば図7(a)の形状について、図7(d)に示すように受台19の位置はAl₂O₃、SiO₂等からなる絶縁体溶射被膜9a、その他の位置はAl等の金属からなる導体溶射被膜9bとする。この例では、ボンディングワイヤ5が被覆されるインナリード4とヒートスプレッダー2との間は絶縁体溶射被膜9aが施された位置を図5に示したインナリード4（ボンディングワイヤ5は被覆されない）との接合点16とすることによりカシメや溶接による接合が容易になり、さらに導体溶射被膜9bの位置にて半導体チップ1と接合でき電気的導通が可能になる。図7(d)において、ヒートスプレッダー2の下面は導体溶射被膜9a、側面は半導体溶射被膜9bとする等、図示されていない面についても目的に応じた種類の溶射被膜9を施すことができる。また図7(b)、(c)の形状のヒートスプレッダー2についても同様に、絶縁体溶射被膜9aおよび半導体溶射被膜9bを使い分けることができる。

【0009】 このような本発明の半導体装置を製造するには、まず42%Ni-Fe合金やCu合金等の板からリードフレームがエッチングやプレスにより加工される。そして、たとえば図1のように、絶縁体を含む両面接着テープ7で、ヒートスプレッダー2とインナリード4に接着され、半導体チップ1がAgペースト3でヒートスプレッダー2に接着される。この際、ヒートスプレッダー2に絶縁体からなる溶射被膜が施されている場合は、インナリード4との接合に際して、前述のように絶縁体の介在は不要である。つぎに、インナリード4および半導体チップ1のボンディングワイヤ5とのボンディング位置にAgメッキが施され、ついでボンディングワイヤ5がボンディングされ、レジン6がモールドディングされる。

【0010】 つぎにこのような複合材料からなるヒートスプレッダーの製造法について述べる。複合材料が、高熱伝導度を有する金属素材に粉状の熱膨張抑止材を混合

したもの、あるいはFe-Ni合金にCuを混合したものである場合は、所定の成分組成に調整された溶液を铸造し、圧延や鍛造により所定厚さの板にした後、プレスや切欠により所定形状に成形する方法、溶湯を金棒あるいは角材の棒に鑄造し輪切りにして成形する方法等がある。高熱伝導度を有する金属素材に繊維状の熱膨張抑止材を混合した複合材料の場合は、金属溶湯中に繊維状の熱膨張抑止材を投入して凝固させた後、前述の繊維が破壊されない程度に、圧延や鍛造した後、図8に示す真鍮ロール法等により、溶湯から直接、板状に鑄造した素材から、プレスや打抜き等により成形することもできる。図8において、冷却された溶湯22を回転している双ロール21、21の上方から溶湯22を注入し、下方から板状素材23が得られる。25は溶湯を一時的に溜める槽である。このとき、熱膨張抑止材は繊維状あるいは多孔状の場合は、これらを芯材24として溶湯22内へ投入しつづつ鑄造すればよい。ヒートスプレッダーが、図3、図4、図6および図7のような形状である場合、例えば図4のような段付形状のときは、図9に示すように、素材26を下ダイ27の中に溢れて下パンチ29に嵌せ、上パンチ30を移動させて素材26の上方部分を上ダイ28のサイズに拡張する鍛造法により製造することもできる。

【0011】 さらに、図10に示すようなダイキャスト法により、溶湯から直接、所定の形状に成形することもできる。図10において、下ダイ27、上ダイ28、下ピストン31および上ピストン32で囲まれた空間に溶湯22を、例えば割り鑄造の上ダイ28の合わせ部等に設けた注入口から注入し、冷却された各ダイおよび各ストンで放熱し凝固させる。Fe-Ni合金にCuを混合するもの、および金属素材に粉状の熱膨張抑止材を混合するものについては、これら複合材料を溶湯とともに注入すればよい。熱膨張抑止材が繊維状あるいは多孔状の場合は、図10の空間に予めこれら熱膨張抑止材を投入しておき、溶湯22を注入してもよく、また図11に示すようなダイキャスト法で、図型33に予め熱膨張抑止材13を投入しておき、取捨34から溶湯22を注入してもよい。

【0012】

【実施例】 図1および図2に示すような形状の半導体装置を製造した。半導体チップ1にはSiを、インナリード4には42%合金（42%Ni-Fe合金）およびCu合金を採用し、ヒートスプレッダー2として表1に示す各種材料を用いた。製造時の主な熱膨張率は、ダイボンディング時およびワイヤボンディング時に200℃、レジンモールドディング時に170℃にそれぞれ加熱され、フタキュアで160℃に5時間加熱された。製造された半導体装置は、品質保証検査として55℃〜150℃の温度サイクルで急速加熱冷却し、さらに125℃お

よび150℃に加熱する試験を行った。さらに、半導体装置を回路基板に半田付けする際の工程を想定した半田リフロー試験として、230℃に10秒間加熱した。ヒートスプレッダーに採用した各種材料の熱膨張係数および熱伝導度を表1に示す。表1中のアンバーは36%Ni-Fe合金である。また表1には、半導体チップに採用したSi、およびモールド材のレジンの値も示した。

順	材 料	α ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	TACS (%)	備 考
1	Al+50% C (塊状)	約15	約35	本発明例
2	Cu+50% C (粉 状)	約10	約50	"
3	Al+50~70% Si, N ₄ (多孔状)	12~15	約30	"
4	Cu+50~70% Si, N ₄ (多孔状)	9~10	約40	"
5	Zn+50~70% Si, N ₄ (多孔状)	12~15	約30	"
6	アンバー+80% Cu	5~8	15~25	"
7	アンバー+40% Cu	7~10	20~30	"
8	アンバー+50% Cu	9~14	28~40	"
9	Al	23	62	従来例
10	Cu	17	100	"
11	アンバー	~1	約4	比較例
12	Si	3.2	32	参 考
13	レジン	~15	0.02	"

【表1】

【表2】

上記各種の熱膨張を受けた後の半導体装置の品質評価結果は、表2に示すとおりで、本発明のものはいずれも優れていた。表2中において、○は「良い」、△は「中位」、×は「悪い」を示す。

【0013】

【表1】

No	ヒートスプレッダー	リードフレーム	反 り	熱伝導性	チップとのマッティング	レジンの密着性	備 考
1	No1	42合金 Cu合金	○	△	△	○	本発明例
2	No2	42合金 Cu合金	○	△	△	○	"
3	No3	42合金 Cu合金	△	△	△	○	"
4	No4	42合金 Cu合金	△	△	△	○	"
5	No5	42合金 Cu合金	△	△	△	○	"
6	No6	42合金 Cu合金	△	△	△	○	"
7	No7	42合金 Cu合金	△	△	△	○	"
8	No8	42合金 Cu合金	△	△	△	○	"
9	No9	42合金 Cu合金	○	○	×	×	従来例
10	No10	42合金 Cu合金	○	○	×	×	"
11	No11	42合金 Cu合金	○	×	○	△	比較例

【0015】

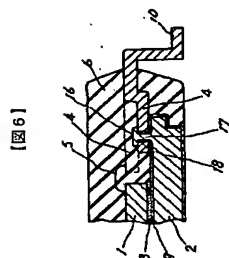
【発明の効果】 本発明は、ヒートスプレッダーに接合された半導体チップとインナリードが電気的に接続され、レジンを介して半導体装置において、ヒートスプレッダーがレジンに近接した熱膨張係数を有しかつ高熱伝導度を有する複合材料で構成され、具体的にはAl、Cu、Zn等の高熱伝導度を有する金属素材に、C、Si、C、Si、N₄等からなる粉状、繊維状あるいは多孔状の熱膨張抑制材を混合して熱膨張係数が低められた複合材料、あるいは低熱膨張係数を有するFe-Ni合金にCuを混合して熱伝導度が高められた複合材料で構成されておき、半導体チップが増す熱を効果的に逃げかつ放散させることができるとともに、製造工程、品質検査工程、回路基板への半田付け工程において、さらに各種回路での使用状態において、部品を構成する金属やレジンの熱膨張による変形、割傷およびクラック発生等のトラブルが生じることのない、高導かつ大容量の半導体装置が達成される。さらに、本発明で採用するヒートスプレッダーを構成する複合材料は、金属材料の通常の製造工程で容易に製造することができ、近年普及されつつある双ロール法により短時間で製造できる。また、そのヒートスプレッダーを使用した本発明の半導体装置の製造も容易であり、絶縁体の溶射被覆が施されたヒートスプレッダーを採用した場合は、より容易な製造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

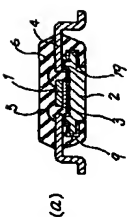
【図1】 本発明の半導体装置のうち高熱伝導性を有する金属素材に熱膨張抑制材を混合した複合材料をヒートスプレッダーとした場合の一例を示す断面図。
 【図2】 本発明の半導体装置のうちFe-Ni合金にCuを混合した複合材料に溶射被覆を施したものをヒートスプレッダーとした場合の一例を示す断面図。
 【図3】 本発明半導体装置の他の例を示す断面図。
 【図4】 本発明半導体装置の他の例を示す断面図。
 【図5】 本発明半導体装置の他の例を示す断面図。
 【図6】 本発明半導体装置の他の例を示す断面図。
 【図7】 本発明半導体装置の他の例を示す断面図。
 【図8】 本発明半導体装置のヒートスプレッダーに採用する複合材料の双ロールによる製造法を示す図。
 【図9】 本発明半導体装置のヒートスプレッダーに採用する複合材料の造法による成形法を示す図。
 【図10】 本発明半導体装置のヒートスプレッダーに採用する複合材料のダイキャストによる成形法を示す図。
 【図11】 本発明半導体装置のヒートスプレッダーに採用する複合材料のキャストによる成形法を示す図。
 【図12】 従来の半導体装置の例を示す断面図。
 【符号の説明】
 1：半導体チップ
 2：ヒートスプレッダー

- 2a: ヘッダー
 3: Agペースト
 3a: 半田
 4: インナリード
 5: ボンディングワイヤ
 6: レジン
 7: 両面接着テープ
 8: 接着材
 9: 絶縁被膜
 10: アウタリード
 11: クラック
 12: 金属蒸材
 13: 熱膨張抑制材
 14: マトリックス
 15: Cu粒子
 16: 接合点
 17: 突起

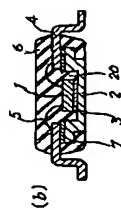
- 18: 孔
 19: 受台
 20: 凹部
 21: 双ロール
 22: 溶湯
 23: 板状蒸材
 24: 芯材
 25: 堰
 26: 蒸材
 27: 下ダイ
 28: 上ダイ
 29: 下パンチ
 30: 上パンチ
 31: 下ピストン
 32: 上ピストン
 33: 鋳型
 34: 取融



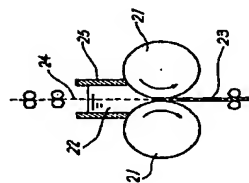
【図6】



【図7】

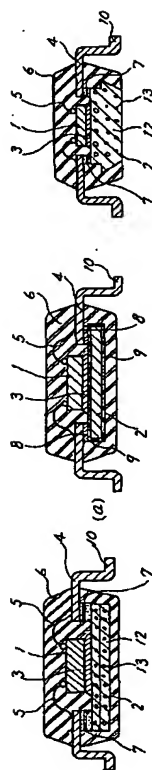


【図8】

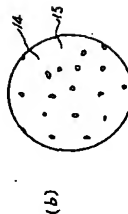
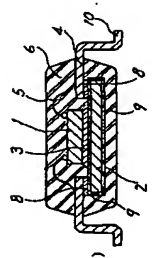


【図2】

【図3】

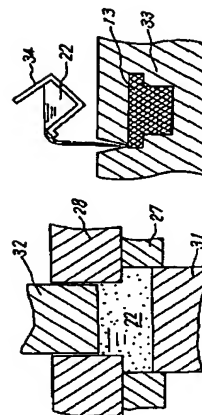


【図11】

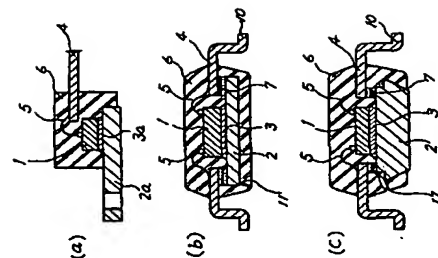


(b)

【図10】

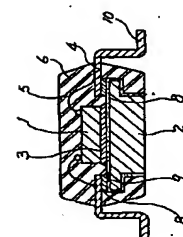


【図11】

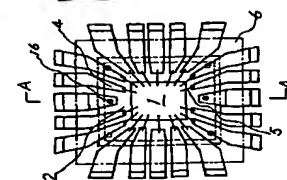


【図12】

【図4】



【図5】



【図9】

